

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :

2 945 028

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

09 59357

⑤① Int Cl⁸ : B 64 C 25/42 (2006.01)

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 22.12.09.

③③ Priorité : 30.04.09 US 12432918.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 05.11.10 Bulletin 10/44.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : GOODRICH CORPORATION — US.

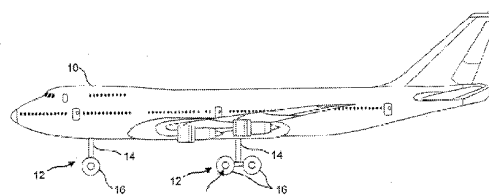
⑦② Inventeur(s) : CAHILL ERIC.

⑦③ Titulaire(s) : GOODRICH CORPORATION.

⑦④ Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE.

⑤④ SYSTÈME DE FREINAGE POUR AERONEF.

⑤⑦ Système de freinage pouvant réduire le câblage sans compromettre les performances. Le système comprend un concentrateur de données sous la forme d'une unité de traitement répartie de capteurs destinée à recevoir des signaux d'ordre de freinage d'une pluralité de capteurs et, sur la base des signaux d'ordre, à générer un signal de commande de freinage destiné à être envoyé à une unité de commande du système de freinage par l'intermédiaire d'une connexion série ou autre.



FR 2 945 028 - A1



SYSTEME DE FREINAGE POUR AERONEF

5 La présente invention concerne de façon générale des systèmes de freinage et plus précisément, un système de freinage pour aéronefs.

 Un aéronef typique fait aujourd'hui appel en grande partie à une électronique et des équipements informatiques embarqués destinés à faire fonctionner des systèmes essentiels, pour la sécurité, la navigation, etc. Pour la plupart des
10 aéronefs, l'espace exigé pour les équipements électroniques et informatiques a tendance à devenir substantiel, et le volume total exigé reste grossièrement inchangé quelle que soit la taille de l'aéronef. Par conséquent, l'espace disponible à bord est précieux, notamment dans les aéronefs les plus petits. L'espace intérieur et proche du poste de pilotage d'un aéronef présente une valeur particulièrement importante.

15 De plus, les aéronefs actuels peuvent comporter plusieurs kilomètres de câblages destinés aux systèmes et commandes électriques. La quantité très importante de câblage nécessite non seulement un temps d'installation notable dans l' aéronef mais contribue également à son poids total.

 La présente invention fournit un système de freinage qui réduit le câblage
20 sans compromettre sa fonctionnalité. Le système comporte un concentrateur de données sous la forme d'une unité de traitement réparti de capteurs destinée à recevoir des signaux de commande de freinage d'une pluralité de capteurs et, sur la base des signaux de commande, à générer un signal de commande de freinage devant être envoyé à une unité de commande du système de freinage par l'intermédiaire d'une
25 connexion série ou autre. Le concentrateur de données peut être situé à distance de l'unité de commande, par exemple dans le poste de pilotage.

 Par conséquent, un système de freinage d'aéronef comporte un ensemble de freinage ayant pour fonction de freiner au moins une roue d'un aéronef, une pluralité de capteurs associés à un ou plusieurs dispositifs d'interface utilisateur respectifs, tels
30 que des pédales, destinés à détecter l'activation du dispositif et à générer un signal en réponse à celle-ci, une unité de traitement réparti de capteurs destinée à recevoir les signaux de la pluralité de capteurs et à générer un signal de commande de freinage, et une unité de commande du système de freinage destinée à recevoir le signal de commande de freinage de l'unité de traitement réparti de capteurs et à commander

l'ensemble de freinage en réponse à celui-ci pour effectuer un freinage de ladite moins une roue.

L'unité de commande du système de freinage et l'unité de traitement réparti de capteurs peuvent être connectées par l'intermédiaire d'une liaison série, et
5 l'ensemble de freinage peut être un ensemble de freinage électromécanique. L'unité de commande du système de freinage peut être située à distance de l'unité de traitement réparti de capteurs, et le système peut en outre comprendre une seconde unité redondante de commande du système de freinage destinée à recevoir le signal de commande de freinage de l'unité de traitement réparti de capteurs et à commander
10 l'ensemble de freinage en réponse à celui-ci pour effectuer un freinage de ladite moins une roue. L'unité de traitement réparti de capteurs peut être configurée de façon à vérifier l'état de chacun des capteurs qui lui sont connectés. Le système de freinage peut avoir des ensembles de freinage gauche et droit, l'unité de traitement réparti de capteurs pouvant être configurée pour résoudre le niveau de freinage imposé aux
15 ensembles de freinage gauche et droit respectifs.

Un aéronef comportant le système de freinage d'aéronef peut comporter une unité de commande du système de freinage située à distance d'un poste de pilotage de l'aéronef, l'unité de traitement réparti de capteurs étant située à l'intérieur du poste de pilotage.

20 La figure 1 illustre schématiquement un exemple d'aéronef ayant au moins un système de freinage électromécanique selon l'invention.

La figure 2 représente un schéma fonctionnel d'un exemple de système de freinage pour aéronef selon l'invention.

La figure 3 illustre schématiquement un exemple de dispositif à capteur
25 d'entrée de frein et à processeur réparti de pédale de frein selon l'invention.

La figure 4 illustre schématiquement un autre exemple de dispositif à capteur d'entrée de frein et à processeur réparti de pédale de frein selon l'invention.

Dans la description qui suit, des composants identiques sont désignés par les mêmes références numériques même s'ils apparaissent dans des modes de
30 réalisation différents. Pour illustrer un ou des mode(s) de réalisation de l'invention de façon claire et concise, les dessins peuvent ne pas être réalisés à l'échelle et certains détails peuvent être représentés sous forme relativement schématique.

Les principes de l'invention vont être décrits ci-après en référence aux dessins. Comme l'invention a été conçue et développée pour une utilisation dans un système de freinage d'aéronef, elle sera essentiellement décrite ici dans ce contexte. Cependant, les principes de l'invention, dans leur acception la plus large, peuvent être adaptés à d'autres types de systèmes de freinage.

Se référant tout d'abord à la figure 1, un aéronef 10 comporte au moins un système de freinage électromécanique associé à une roue de l'aéronef. Un exemple de système de freinage électromécanique de l'invention est décrit ci-après. L'aéronef 10 illustré est considéré comme représentant un aéronef générique et non pas une marque ou un modèle particulier d'aéronef. L'aéronef 10 comporte un train d'atterrissage 12. Le train d'atterrissage 12 peut comporter un support de train mobile 14 et des roues 16.

Une ou plusieurs des roues 16 peut ou peuvent avoir un système de freinage 20 destiné à freiner la roue 16. Un système de freinage utilise typiquement quatre pédales pour son activation : les pédales de frein gauche et droite du pilote et les pédales de frein gauche et droite du copilote. Chaque pédale peut comporter deux capteurs, par exemple des transducteurs à déplacement linéaire variable (LVDT pour Linear Variable Displacement Transducer), et à chaque capteur peuvent typiquement être associés cinq câbles.

De tels systèmes comportent généralement deux voies de commande de freins. Certains d'entre eux sont des systèmes de type primaire/secours et d'autres sont des systèmes internes (IB pour InBoard) et externes (OB pour OutBoard) (IB/OB). Comme cela sera décrit, une unité de commande du système de freinage (BSCU pour Brake System Control Unit) connectée aux pédales comporte des matériels et des logiciels destinés à prendre en charge les pédales de freins. En général, de tels systèmes de freinage sont redondants du fait de la présence des voies IB (voie 1)/OB (voie 2) ou Primaire (voie 1)/Secours (voie 3). En général, la redondance est mise en œuvre dans l'ensemble des systèmes afin que la perte d'un actionneur de frein ne conduise pas à la perte de la totalité du freinage. L'aéronef, même s'il utilise une architecture primaire/secours, comporte notamment des éléments d'un système IB/OB étant donné que l'équilibrage du freinage gauche/droit et droit/gauche est important. Si l'aéronef perdait l'aptitude à freiner l'un des trains d'atterrissage, l'application des freins

restants présenterait des difficultés étant donné que s'ils étaient appliqués, l'aéronef braquerait brusquement dans la direction du train d'atterrissage sur lequel les freins sont appliqués.

Se référant à la figure 2, un schéma fonctionnel illustre un exemple de système de freinage 20 de l'invention destiné à l'aéronef 10. Le système de freinage 20 représente un exemple d'architecture permettant de respecter des spécifications de redondance et de performance typiques pour un aéronef. Une telle architecture est présentée à titre d'exemple pour illustrer le contexte dans lequel les principes de l'invention peuvent être mis en œuvre. On notera cependant que l'invention peut être utilisée avec d'autres systèmes de freinage et avec des systèmes autres que des systèmes de freinage. Par conséquent, l'invention n'est pas limitée à l'architecture particulière illustrée ici.

Le système 20 comporte deux unités de commande du système de freinage (BSCU) 22 respectivement désignées BSCU1 et BSCU2. Les unités BSCU1 et BSCU2 sont redondantes et sont toutes deux configurées pour rendre disponible une interface d'entrée/sortie destinée à l'électronique embarquée 23 située à l'intérieur d'un poste de pilotage 24 de l'aéronef 10, par exemple par l'intermédiaire d'un bus ou d'un réseau. De plus, les unités BSCU1 et BSCU2 contiennent toutes deux des circuits (par exemple un processeur destiné à exécuter une logique mise en œuvre sous la forme d'un code exécutable) destinés à effectuer une commande de freinage de niveau supérieur et à exécuter des fonctions de traitement d'algorithme d'anti-patinage. Conformément à l'invention, une unité de traitement réparti de pédale de frein (DBPP pour Distributed Brake Pedal Processor) 25 reçoit des signaux d'ordre de freinage proportionnels en provenance de multiples transducteurs 26 associés à des dispositifs d'interface utilisateur, tels que des pédales de frein ou des commutateurs ou leviers de freinage de parc/urgence, etc. A titre d'exemple, à chacune des pédales de frein gauche et droite respectives d'un pilote et d'un copilote peuvent être associés deux transducteurs 26 (par exemple, au total huit transducteurs). Les unités BSCU1 et BSCU2 reçoivent chacune des signaux d'ordre de freinage du DBPP 25 par l'intermédiaire d'une liaison série 32.

Les unités BSCU1 et BSCU2 traitent les signaux provenant du DBPP 25 sur la base des algorithmes de commande de freinage et d'anti-patinage précités afin de

produire un signal ou un ensemble de signaux d'ordre de freinage. Le signal ou les signaux d'ordre de freinage est ou sont fourni(s) à des contrôleurs d'actionneurs électromécaniques (EMAC pour Electromechanical Actuator Controller) 27. Les algorithmes de commande de freinage et d'anti-patinage particuliers utilisés par les

5 unités BSCU 22 peuvent être classiques. De ce fait, on omettra, pour plus de concision, de fournir davantage de détails les concernant dans la présente description.

Les unités BSCU1 et BSCU2 fournissent chacune des ordres de freinage et communiquent par ailleurs avec les contrôleurs EMAC 27 par l'intermédiaire d'une infrastructure appropriée, par exemple d'un bus ou d'un réseau. Dans le système

10 illustré, il y a quatre contrôleurs EMAC 27 respectivement désignés EMAC Gauche1, EMAC Gauche2, EMAC Droit1 et EMAC Droit2. Comme illustré sur la figure 2, chaque EMAC 27 est relié aux unités BSCU 22 pour recevoir des ordres de freinage (également appelés ordres d'entrée ou ordres de freinage d'entrée) de chacune des unités BSCU 22. Chaque EMAC 27 contient des circuits (par exemple un processeur

15 destiné à exécuter une logique mise en œuvre sous la forme d'un code exécutable) destinés à convertir les commandes de freinage en un ordre de courant de moteur. Chaque EMAC 27 contient en outre un circuit de courant destiné à générer un signal d'entraînement de moteur sur la base de la commande courante de moteur.

Les contrôleurs EMAC 27 peuvent également être simplement désignés

20 sous le nom de contrôleurs 27. Les contrôleurs 27 reçoivent des ordres de freinage gauche et droit des unités BSCU 22 et fournissent le signal d'entraînement de moteur à des modules d'actionnement de freins, également appelés actionneurs électromécaniques 28 ou plus simplement, actionneurs 28, destinés à entraîner un composant d'actionnement vers une position ordonnée. Un freinage commandé peut

25 ainsi être réalisé.

Pour chaque roue 16, il peut y avoir de multiples actionneurs 28 destinés à appliquer une force de freinage à une pile de disques de freinage 30 en réponse à des signaux de commande électriques, ou à un signal d'entraînement de moteur, fournis par un contrôleur respectif 27. Par exemple, les contrôleurs 27 peuvent être associés

30 par paires de façon à ce que l'un des contrôleurs 27 d'une paire commande la moitié des actionneurs 28 pour un train d'atterrissage d'aile gauche 14L ou pour un train d'atterrissage d'aile droite 14R associé. Les actionneurs commandés 28, pour l'un

quelconque des contrôleurs 27, peuvent se trouver sur des roues 16 différentes, comme illustré, ou sur la même roue 16, auquel cas un contrôleur unique 27 peut commander tous les actionneurs 28 associés à l'une des roues 16.

Comme on peut le noter, le DBPP 25 peut être monté à l'intérieur du poste de pilotage 24 en association avec les transducteurs 26. Ainsi, contrairement aux systèmes antérieurs dans lesquels chaque transducteur 26 était connecté individuellement à chacune des unités BSCU1 et BSCU2, la présente invention permet de n'avoir qu'une seule connexion par l'intermédiaire de la liaison série 32. Par conséquent, une redondance peut être obtenue à l'aide d'un câblage moins important pendant l'installation et/ou les unités BSCU peuvent être placées à distance du poste de pilotage 24 sans que cela nécessite le passage de grandes longueurs de câble partant de chaque transducteur 26. Cela peut conduire à une diminution du poids de l'aéronef par comparaison à un aéronef comportant un système de freinage classique.

Le DBPP 25 peut être configuré pour exécuter diverses opérations en plus de la réception des signaux de capteurs de pédale, par exemple la vérification de l'état de chaque transpondeur et la résolution du niveau de freinage appliqué aux freins gauche et droit respectifs (y compris l'arbitrage entre le pilote et le copilote). Cela peut comprendre par exemple la détermination de l'ordre approprié sur la base de diverses courbes de capteurs. Le DBPP 25 transmet ensuite le signal d'ordre de freinage par l'intermédiaire d'une connexion série à haut débit 32 aux unités BSCU1 et BSCU2.

Si l'on s'intéresse donc à présent aux figures 3 et 4, celles-ci illustrent schématiquement deux autres exemples de modes de réalisation de l'invention. Sur la figure 3, des pédales droite et gauche respectives PL et PR toutes deux destinées à un pilote et à un copilote sont chacune associées à une paire redondante de transducteurs 26 servant à générer un signal en réponse au mouvement d'une pédale. Les transducteurs 26 respectifs destinés au pilote et au copilote sont reliés à des unités DBPP 25 respectives. Chaque DBPP 25 est configuré pour résoudre un ordre de freinage gauche et un ordre de freinage droit sur la base du mouvement des pédales gauche et droite PL et PR respectives. Dans ce mode de réalisation, chaque unité DBPP 25 partage ses signaux de freinage gauche et droit et d'autres informations (par exemple l'état des capteurs, etc.), avec l'autre unité DBPP 25 par l'intermédiaire d'une liaison série ou autre afin d'assurer une redondance et/ou de déterminer un niveau de

freinage gauche/droit (LH/RH) unique. Chaque unité DBPP 25 communique en outre avec une unité BSCU (22) respective pour ainsi fournir des signaux de freinage correspondant aux quatre pédales. Chaque unité BSCU 22 peut être connectée à divers contrôleurs EMAC et a pour fonction de commander les freins de la manière décrite précédemment, en incluant par exemple un arbitrage entre les signaux de freinage du pilote et du copilote.

La figure 4, illustre un autre système de capteurs de pédales et d'unité de traitement DBPP. Dans ce mode de réalisation, une unité DBPP 25 distincte est prévue pour chaque paire de transducteurs 26 associés à des pédales gauche et droite respectives toutes deux destinées à un pilote et à un copilote. Chaque unité DBPP 25 résout un signal de freinage sur la base du mouvement de sa pédale respective et partage ce signal de freinage avec les autres unités DBPP 25. Chaque unité DBPP 25 transmet ensuite la totalité des quatre signaux de pédales de frein aux unités BSCU 22. En variante, une seule des unités DBPP 25 associées au pilote et au copilote peut transmettre la totalité des quatre signaux de freinage à l'unité BSCU 22. Comme on peut le noter, chaque unité DBPP 25 peut également vérifier l'état des capteurs, etc., alors que les unités BSCU 22 peuvent par exemple effectuer un arbitrage entre les signaux de freinage du pilote et du copilote. En variante, l'arbitrage entre les signaux de pilote et de copilote pourrait être effectué par une ou plusieurs des unités DBPP 25.

Certains aspects de l'invention peuvent être utiles pendant l'installation grâce au fait qu'il est fourni à l'installateur les informations nécessaires en retour. La répartition de la logique des pédales dans le poste de pilotage par l'intermédiaire des unités DBPP 25 peut simplifier la fabrication et l'assemblage du système de freinage. Par exemple, le câblage du système de freinage entre le poste de pilotage et les unités BSCU 22, bien qu'il soit encore exigé, permet de remplacer huit câbles blindés à cinq conducteurs (par exemple un câble par transducteur) par une paire de câbles blindés à deux conducteurs (lignes série redondantes) ou par une paire de câbles blindés à trois conducteurs (pour des signaux analogiques (LH+, RH+, GND)). Comme le câble allant jusqu'aux unités BSCU peut, dans certaines installations, être très long, cela peut conduire à une diminution de poids notable et permet de simplifier la gestion des câbles. De plus, les unités BSCU 22 elles-mêmes peuvent être moins complexes, plus petites et plus légères.

On peut noter que les unités DBPP 25 de l'invention peuvent réaliser de nombreuses tâches habituellement réalisées par une unité BSCU. A titre d'exemple, une unité DBPP pourrait exécuter tout ou partie des fonctions suivantes :

- 1) Déterminer si les pédales de freins fonctionnent correctement
- 5 2) Déduire la valeur (pourcentage d'application) du freinage ordonné
- 3) Résoudre l'action devant être effectuée si un capteur unique ou si de multiples capteurs tombaient en panne
- 4) Calculer laquelle des pédales gauches (celle du pilote ou du copilote) doit être utilisée pour les freins du train d'atterrissage gauche
- 10 5) Calculer laquelle des pédales droites (celle du pilote ou du copilote) doit être utilisée pour les freins du train d'atterrissage droit
- 6) Convertir les pourcentages de freinage gauche et droit en niveaux de freinage ordonnés
- 7) Résoudre localement des problèmes de capteur (par exemple des
- 15 problèmes liés à l'état des capteurs)

Bien que l'invention ait été illustrée et décrite dans le contexte d'un mode de réalisation ou de modes de réalisation préféré(s), il est clair que des transformations ou modifications équivalentes pourront apparaître à d'autres spécialistes de la technique à la lecture du présent fascicule et des dessins annexés. En ce qui concerne plus

20 particulièrement les diverses fonctions réalisées par les éléments décrits ci-dessus (composants, ensembles, dispositifs, compositions, etc.), les termes (y compris ceux qui font référence à un "moyen") utilisés pour décrire ces éléments sont jugés correspondre, sauf indication contraire, à tout élément remplissant la fonction spécifiée de l'élément décrit (c'est-à-dire à l'élément qui est fonctionnellement équivalent), même

25 si celui-ci n'est pas structurellement équivalent à la structure divulguée mettant en œuvre la fonction dans l'exemple ou les exemples de modes de réalisation de l'invention illustrés ici. De plus, bien qu'une caractéristique particulière de l'invention puisse avoir été décrite ci-dessus en ce qui concerne un seul ou plusieurs des multiples modes de réalisation illustrés, cette caractéristique peut être combinée à une ou à

30 plusieurs autres caractéristiques des autres modes de réalisation, d'une façon pouvant être souhaitée et avantageuse pour une application donnée ou particulière quelconque.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Système de freinage pour aéronef comportant un ensemble de freinage ayant pour fonction de freiner au moins une roue d'un aéronef, une pluralité de capteurs associés à un ou plusieurs dispositifs d'interface utilisateur respectifs destinés à détecter l'activation du dispositif et à générer un signal en réponse à celle-ci, une
- 10 de la pluralité de capteurs et à générer un signal de commande de freinage, et une unité de commande du système de freinage destinée à recevoir le signal de commande de freinage en provenance de l'unité de traitement réparti de capteurs et à commander l'ensemble de freinage en réponse à celui-ci pour effectuer le freinage de ladite au moins une roue.
- 15 2. Système de freinage pour aéronef selon la revendication 1, dans lequel l'unité de commande du système de freinage et l'unité de traitement répartie de capteurs sont connectées par l'intermédiaire d'une liaison série.
3. Système de freinage pour aéronef selon la revendication 1, dans lequel l'ensemble de freinage est un ensemble de freinage électromécanique.
- 20 4. Système de freinage pour aéronef selon la revendication 1, dans lequel le dispositif d'interface utilisateur est une pédale de frein.
5. Système de freinage pour aéronef selon la revendication 1, dans lequel l'unité de commande du système de freinage est située à distance de l'unité de traitement réparti de capteurs.
- 25 6. Système de freinage pour aéronef selon la revendication 1, comprenant en outre une seconde unité de commande du système de freinage redondante destinée à recevoir le signal de commande de freinage en provenance de l'unité de traitement réparti de capteurs et à commander l'ensemble de freinage en réponse à celui-ci afin d'effectuer le freinage de ladite au moins une roue.
- 30 7. Système de freinage pour aéronef selon la revendication 1, dans lequel l'unité de traitement réparti de capteurs est configurée pour vérifier l'état de chaque capteur qui lui est relié.

8. Système de freinage pour aéronef selon la revendication 1, dans lequel l'ensemble de freinage est un ensemble de freinage hydraulique.

5 9. Système de freinage pour aéronef selon la revendication 1, comportant des ensembles de freinage gauche et droit destinés à freiner des roues gauche et droite respectives d'un aéronef, dans lequel l'unité de traitement réparti de capteurs est configurée pour résoudre le niveau de freinage appliqué aux ensembles de freinage gauche et droit respectifs.

10.Aéronef comportant une pluralité de roues et comportant le système de freinage selon la revendication 1 pour freiner au moins l'une des roues.

10 11.Aéronef selon la revendication 10, dans lequel l'unité de commande du système de freinage est située à distance d'un poste de pilotage de l'aéronef.

12.Aéronef selon la revendication 10, dans lequel l'unité de traitement réparti de capteurs est située à l'intérieur d'un poste de pilotage de l'aéronef.

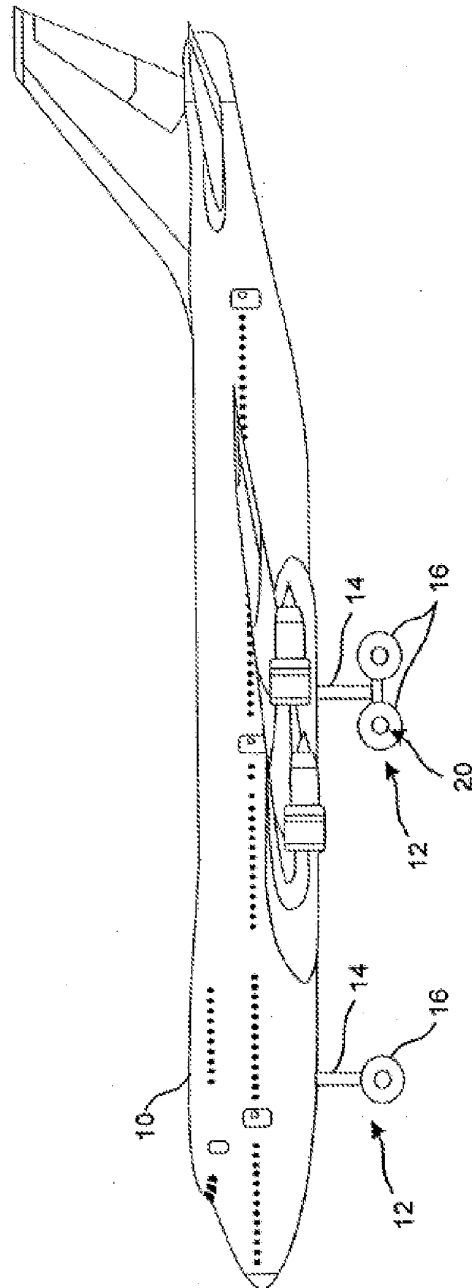


FIG. 1

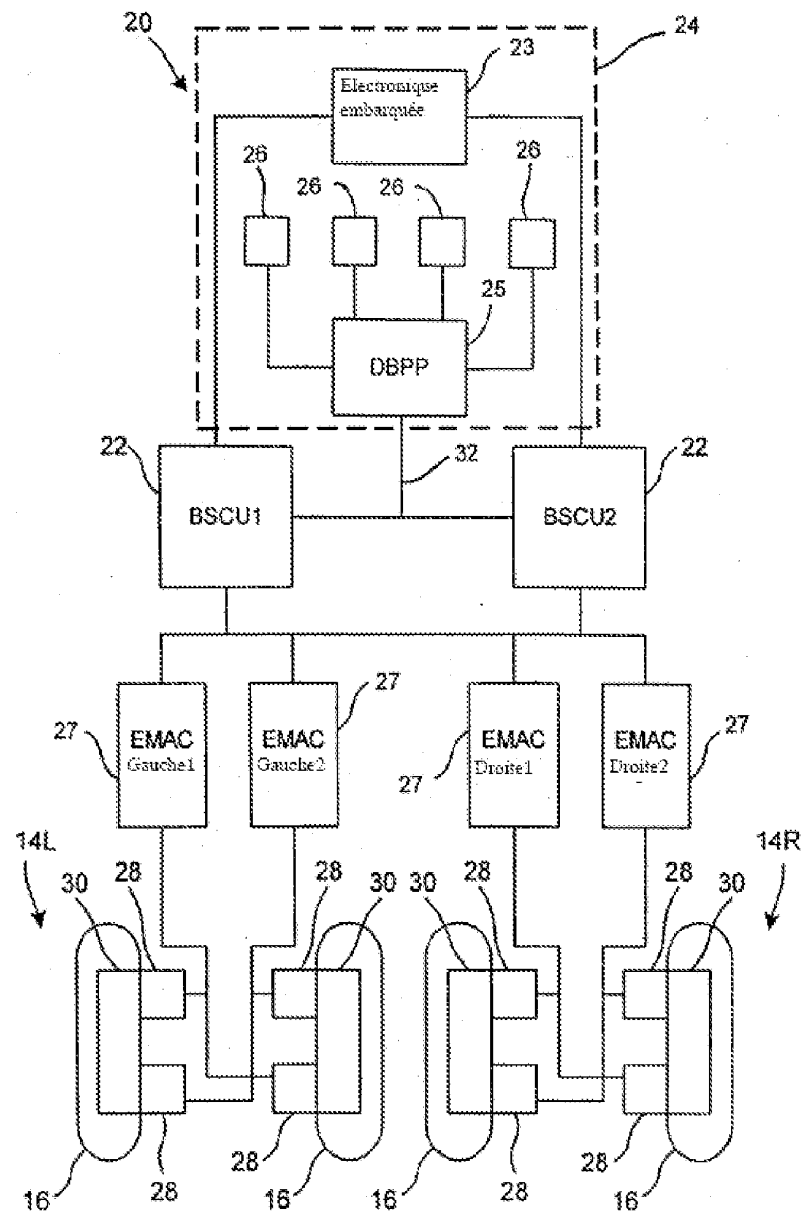
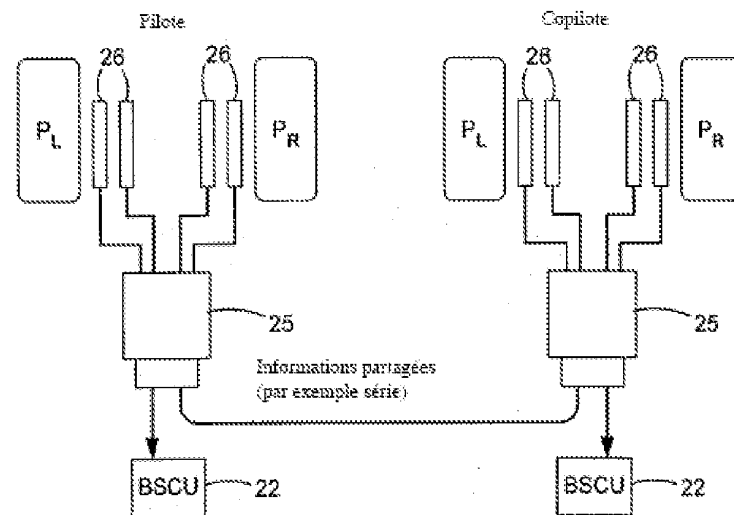
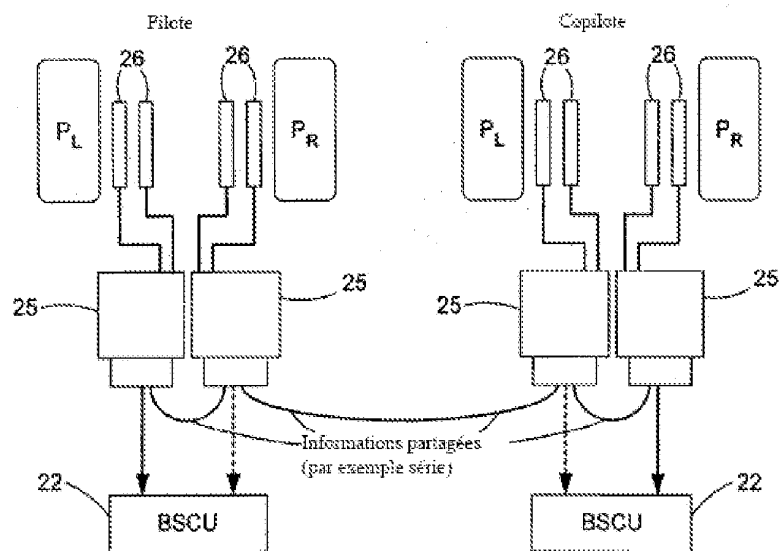


FIG. 2

**FIG. 3****FIG. 4**